NATIONAL GEOGRAPHIC

EL INICIO DEL UNIVERSO

ATLAS DEL COSMOS

Escaneado con CamScanner

El inicio del universo tuvo lugar a raíz de una gran explosión hace unos 13 800 millones de años. Todo, la materia, la energía, el espacio y el tiempo, surgió en un brevísimo instante a partir de un punto de densidad infinita. Desde entonces, el universo no ha dejado de expandirse y de crear las complejas estructuras que lo conforman.

NATIONAL GEOGRAPHIC

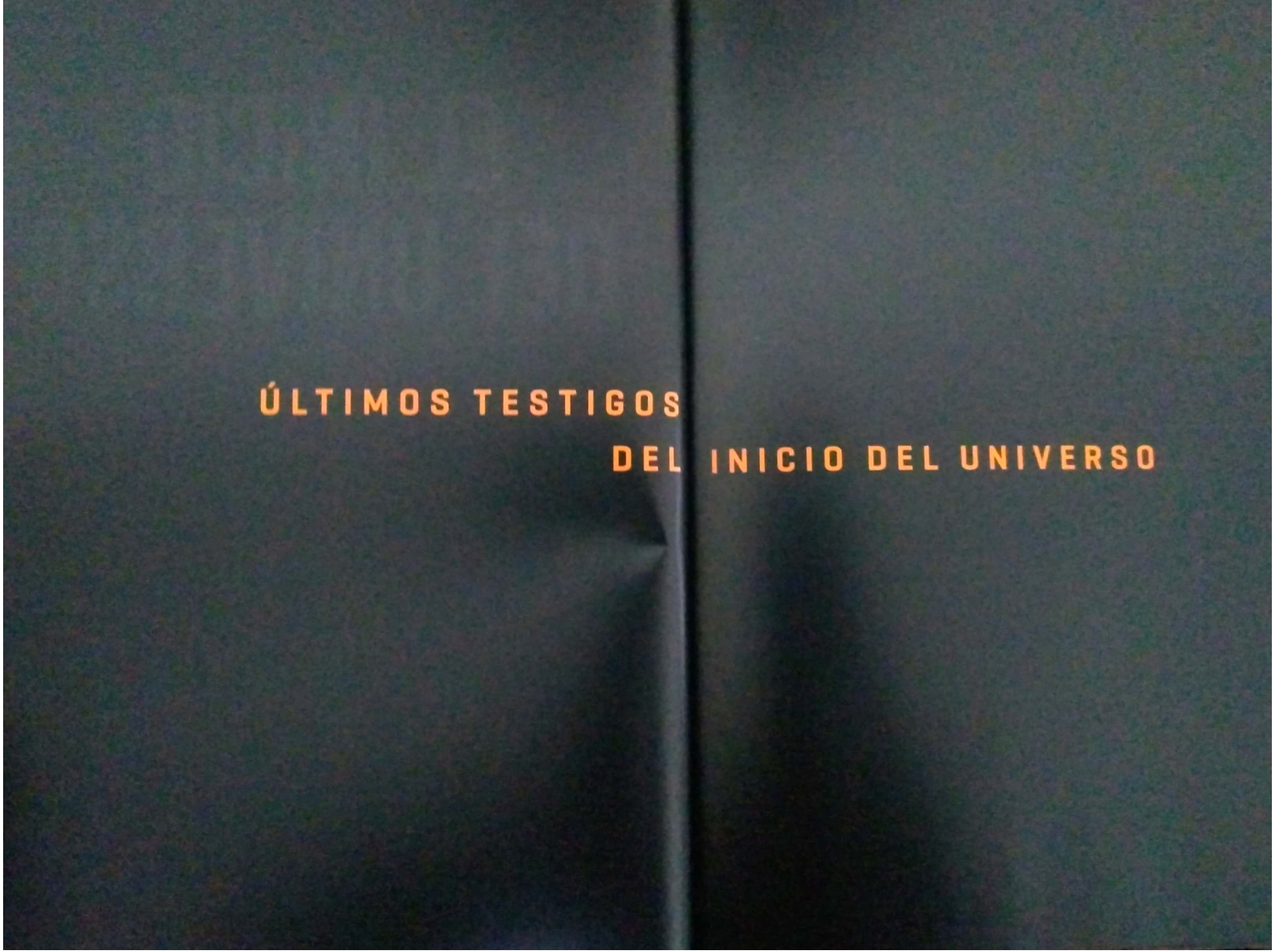
Escaneado con CamScanner

Escaneado con CamScanner

EL INICIO DEL UNIVERSO

NATIONAL GEOGRAPHIC

Escaneado con CamScanner



Escaneado con CamScanner

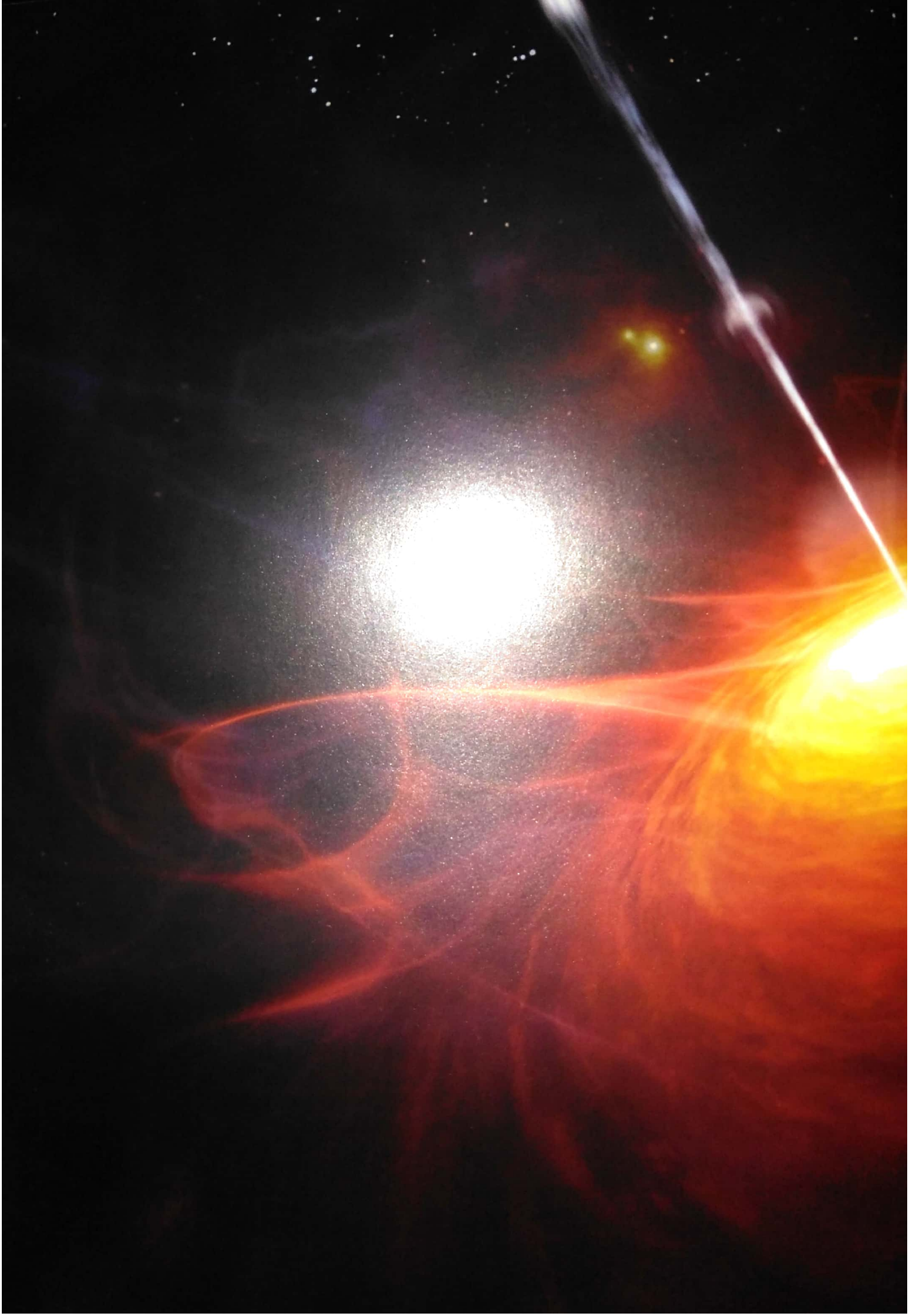
UN UNIVERSO JOVEN Y CAMBIANTE

Tenemos la fortuna de haber aparecido en una fase temprana de la vida del universo. Somos los visitantes de un museo, el del inicio del cosmos, que cerrará sus puertas a aquellos que lleguen en un futuro lejano, cuando el rastro del origen del universo sea cada vez más difícil de observar.

Escaneado con CamScanner

UN COSMOS QUE SE ALEJA
El centro de la galaxia M74, situada a unos 32 millones de años-luz, se aleja de la Tierra a una velocidad de 657 km/s. De hecho, casi todo el universo observable se está alejando de nosotros. A mayor distancia, mayor es esa velocidad.

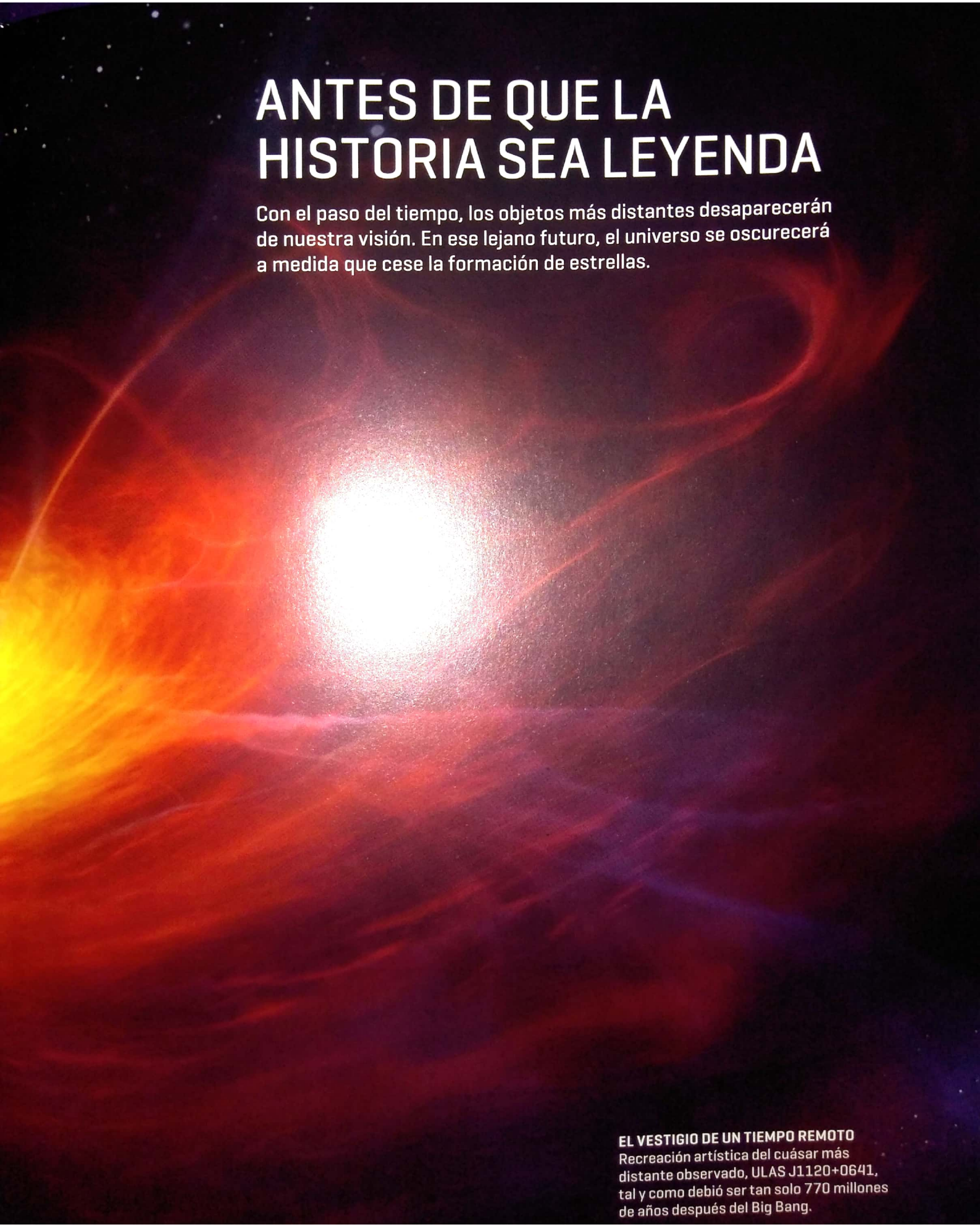
Escaneado con CamScanner



Escaneado con CamScanner

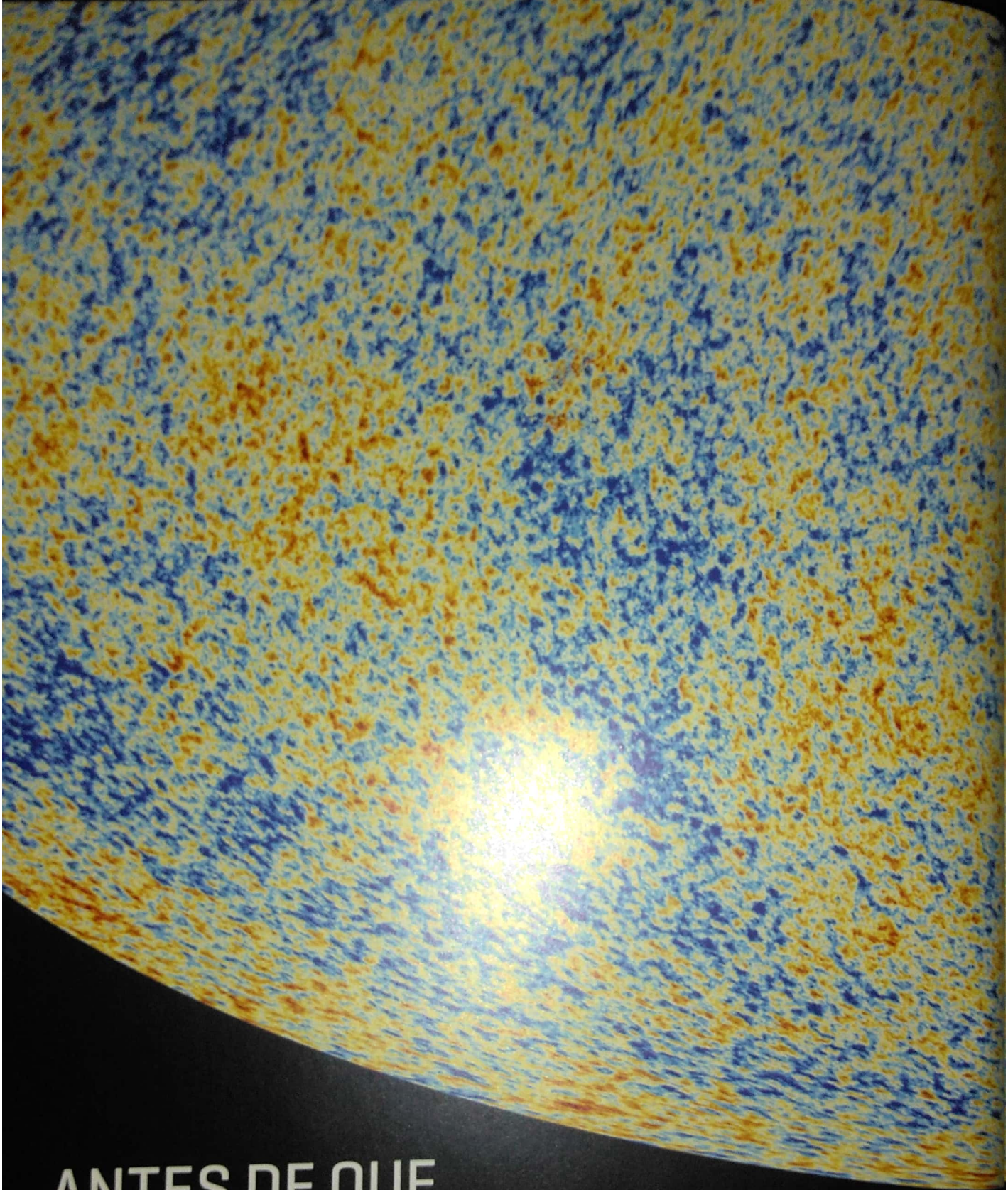
ANTES DE QUE LA HISTORIA SEA LEYENDA

Con el paso del tiempo, los objetos más distantes desaparecerán de nuestra visión. En ese lejano futuro, el universo se oscurecerá a medida que cese la formación de estrellas.



EL VESTIGIO DE UN TIEMPO REMOTO
Recreación artística del cuásar más distante observado, ULAS J1120+0641, tal y como debió ser tan solo 770 millones de años después del Big Bang.

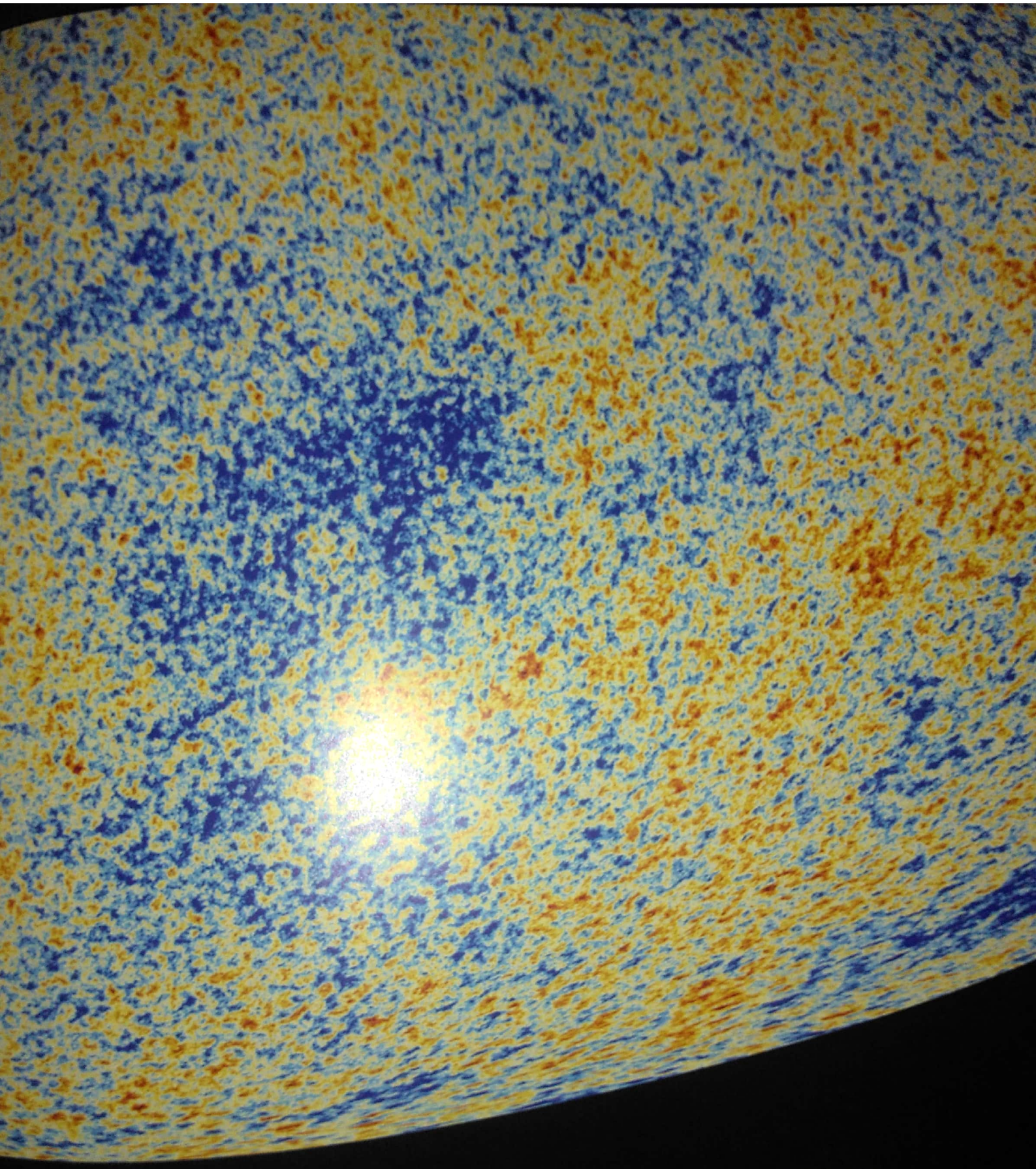
Escaneado con CamScanner



ANTES DE QUE LA LEYENDA SEA MITO

Aún podemos ver la luz más antigua del universo, la huella que nos permite observar cómo era este tan solo 380 000 años después de su nacimiento. Pero, irremediablemente, cada vez es más débil y fría.

Escaneado con CamScanner

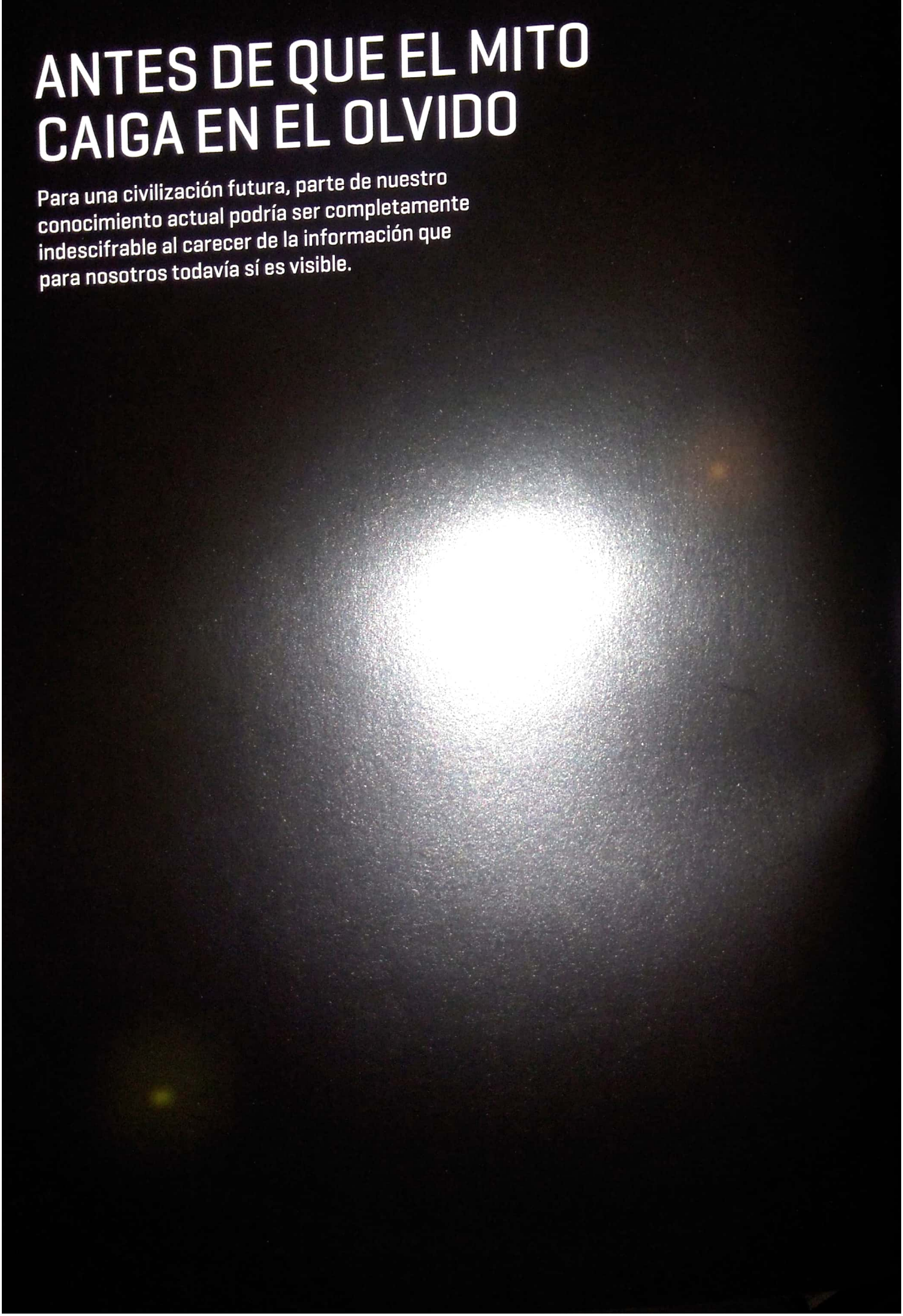


EL FONDO CÓSMICO DE MICROONDAS
Esta luz, presente en todas direcciones, constituye una prueba sugerente de que el universo tuvo un inicio, un Big Bang, y nos muestra el cosmos antes de la formación de las primeras estrellas y galaxias.

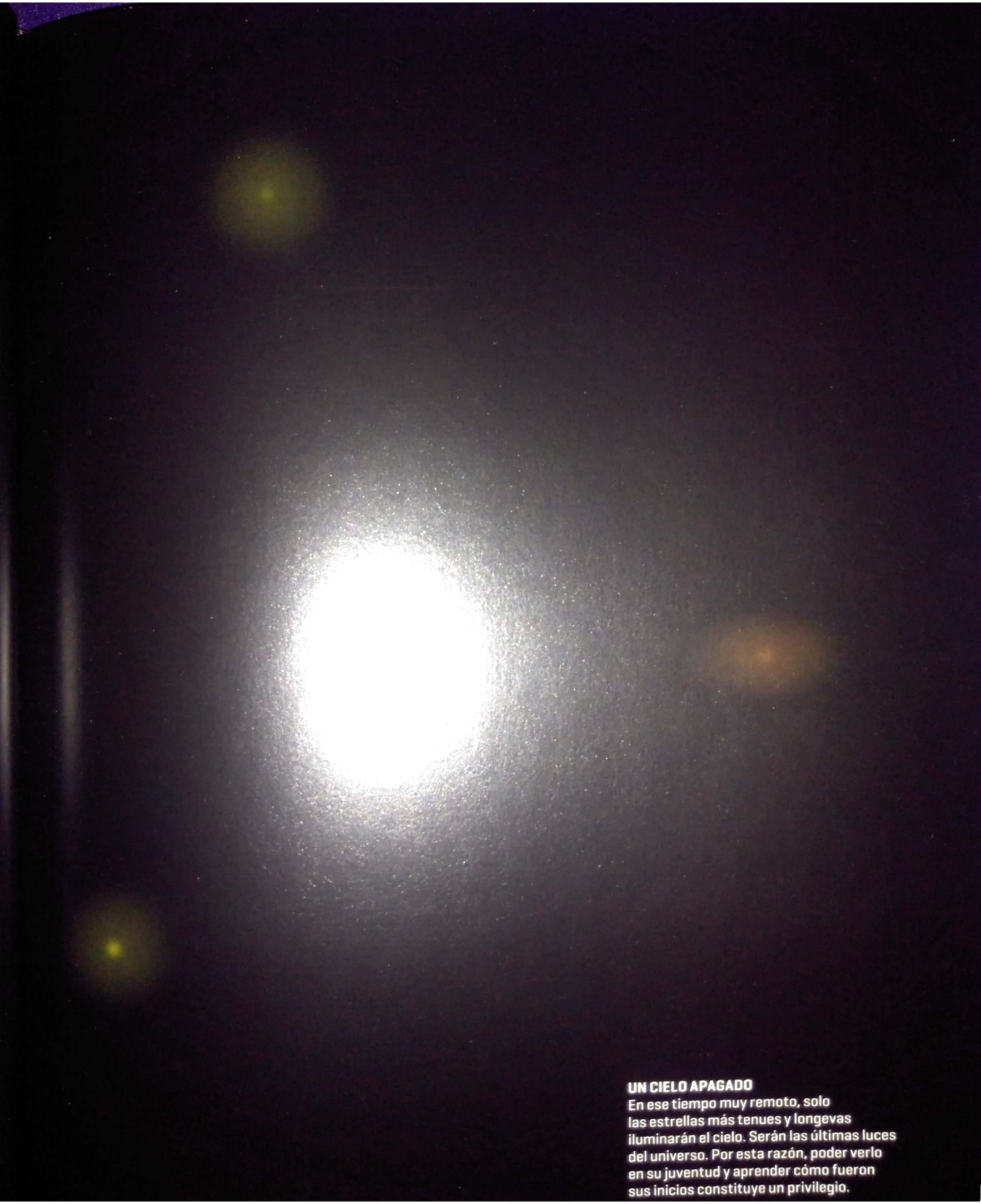
Escaneado con CamScanner

ANTES DE QUE EL MITO CAIGA EN EL OLVIDO

Para una civilización futura, parte de nuestro conocimiento actual podría ser completamente indescifrable al carecer de la información que para nosotros todavía sí es visible.

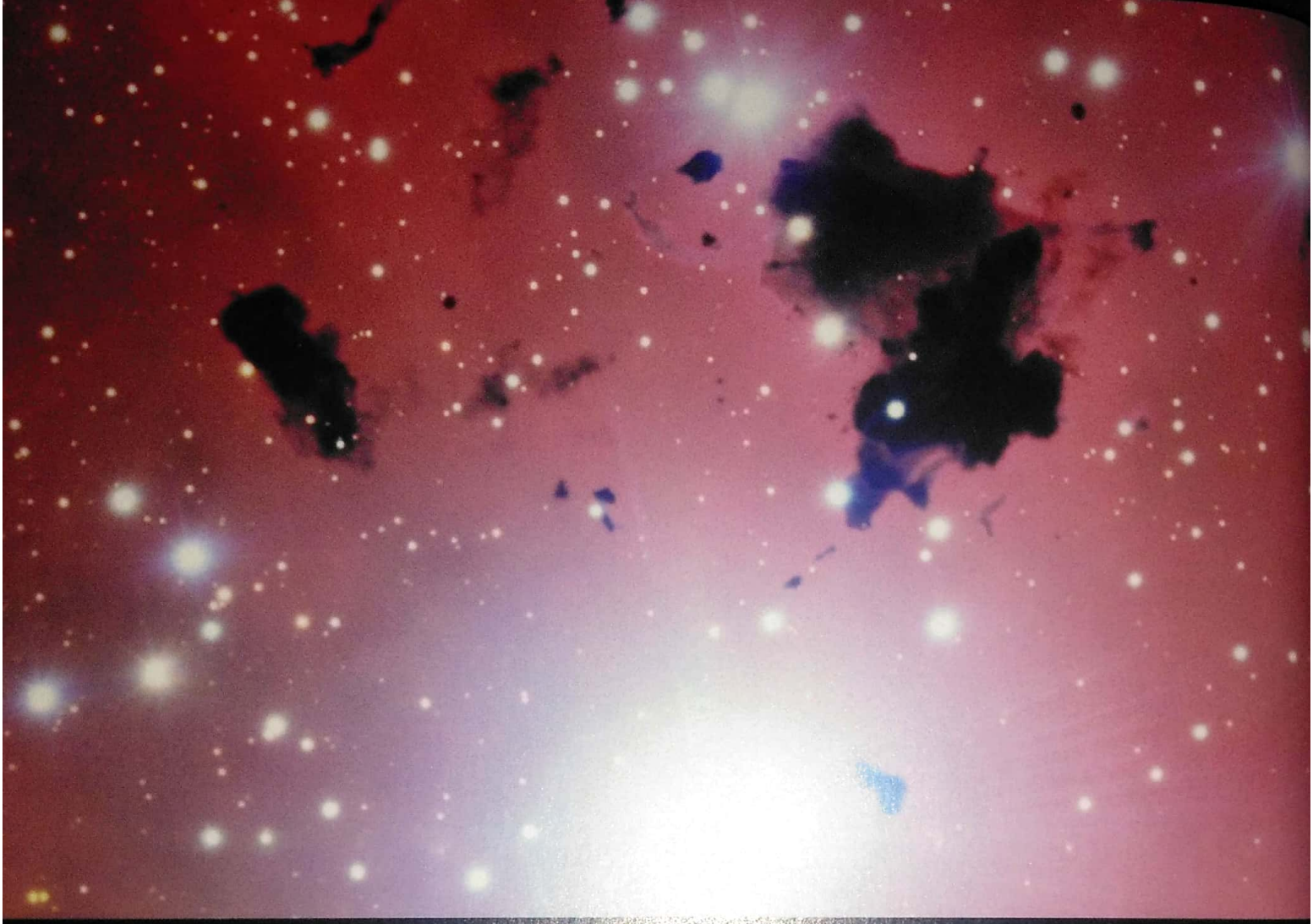


Escaneado con CamScanner



UN CIELO APAGADO
En ese tiempo muy remoto, solo las estrellas más tenues y longevas iluminarán el cielo. Serán las últimas luces del universo. Por esta razón, poder verlo en su juventud y aprender cómo fueron sus inicios constituye un privilegio.

Escaneado con CamScanner



EL INICIO DEL UNIVERSO

Un universo en expansión

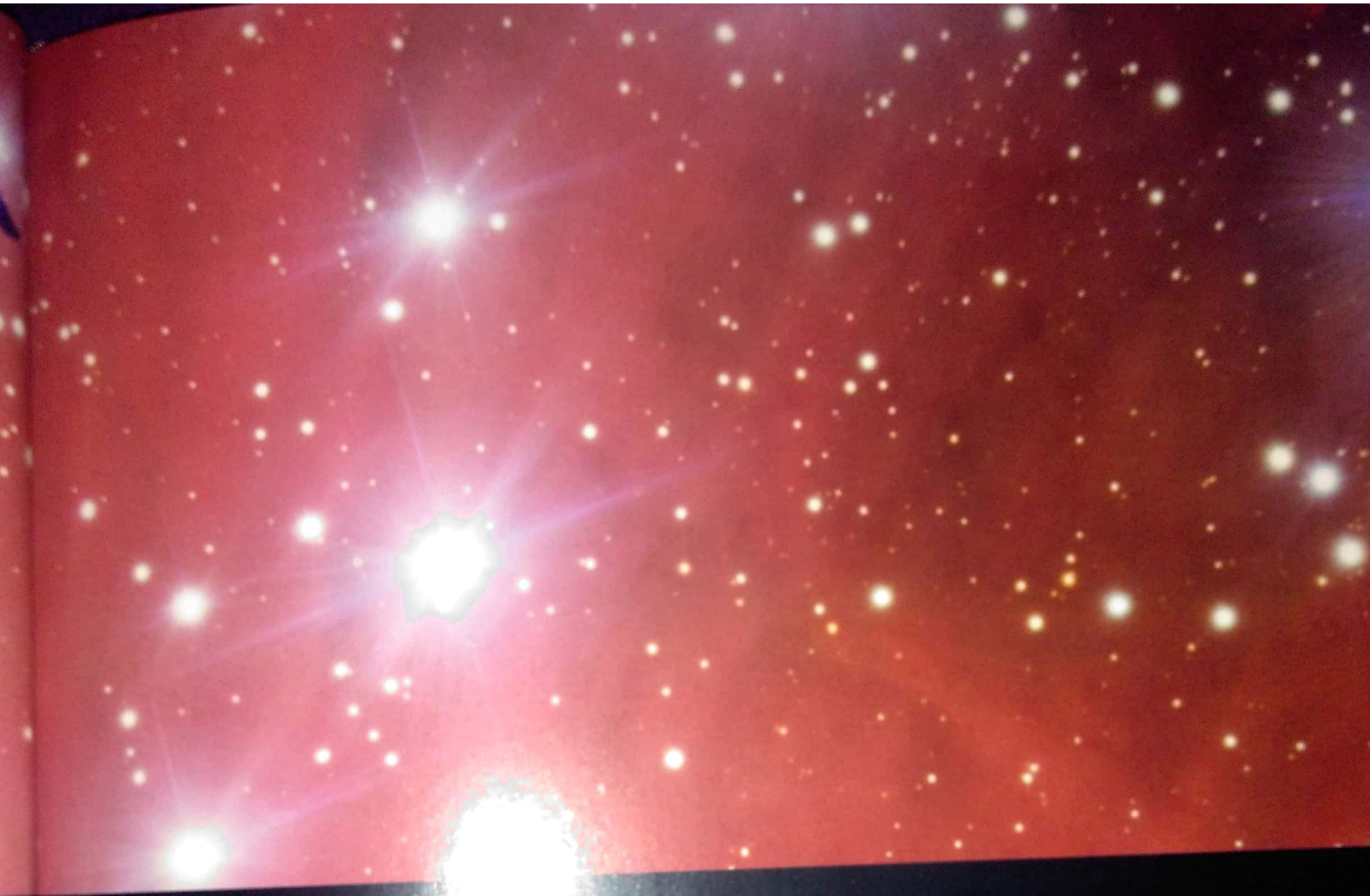
18. ¿Por qué un inicio?
20. La teoría del Big Bang
22. Las distancias en el espacio
24. Los límites del universo
26. Las formas del universo
28. El contenido del universo

El Big Bang

32. La singularidad inicial
34. La inflación cósmica
36. El enfriamiento
38. Nucleosíntesis primordial: la «sopa cósmica»

Imagen de los glóbulos de Thackeray, nubes opacas de polvo interestelar y gas en una región rica en formación de estrellas.

Escaneado con CamScanner



La primera luz del universo

42. La recombinación
44. La isotropía del universo
46. Materia y antimateria
48. La era Oscura y las primeras estrellas
50. La estrella más antigua
52. Las primeras galaxias
54. Una de las galaxias más antiguas del universo

El universo actual y futuro

58. La materia oscura
60. Energía oscura y universo acelerado
62. El modelo Lambda-CDM
64. Antes del Big Bang
66. El futuro del universo

La observación del universo

70. El universo estacionario
72. La ley de Hubble
74. El fondo cósmico de microondas
76. Mapas de la primera luz del universo
78. La misión Planck
82. Supernovas y la expansión del universo
84. Cartografías del universo
86. La profunda mirada del Hubble

Apéndices

90. Glosario
94. Índice

Escaneado con CamScanner

Escaneado con CamScanner

N UNIVERSO
N EXPANSIÓN

El universo no es estático. Su evolución ha comprendido miles de millones de años en los que se han sucedido múltiples etapas y cambios. Analizar estos fenómenos nos ha permitido recabar más información sobre su forma, contenido y límites, y también comprender que vivimos en un fugaz episodio en mitad de su expansión.

Imagen del firmamento visto en luz infrarroja.

Escaneado con CamScanner

¿POR QUÉ UN INICIO?

La observación del universo reveló que no es estático, un dato fundamental para la astronomía. Si fuera posible rebobinar el tiempo, obtendríamos una conclusión clara: el cosmos tuvo un inicio concreto.

¿Cómo sabemos que el universo tuvo un inicio? Las observaciones del astrónomo estadounidense Edwin Hubble (1889-1953) proporcionaron una sólida evidencia en esta dirección. Las galaxias más distantes de la Tierra muestran un efecto Doppler, que podemos interpretar como la velocidad a la que se alejan de la Vía Láctea. Esa velocidad es, además, proporcional a su distancia de nuestro planeta. Por tanto, nos indica que vivimos en un universo en expansión. Las galaxias se alejan de nosotros, a mayor velocidad cuanto más lejos están.

El desplazamiento al rojo

Esta observación oculta una pista esencial sobre el pasado del universo. Si se pudiera deshacer el recorrido, se llegaría a un momento en el que todo estaba agrupado en una región muy pequeña. Un punto que, hace unos 13800 millones de años, comenzó a expandirse y a evolucionar hacia lo que hoy observamos a nuestro alrededor. En la actualidad, la luz de las galaxias más distantes nos llega muy estirada por efecto de la expansión del cosmos, mostrando un desplazamiento de su espectro hacia el rojo y las longitudes de onda infrarrojas.

La ley de Hubble

Esta ley de la física enuncia dos principios básicos de la cosmología moderna: primero, que los objetos observados en el espacio extragaláctico, a una distancia superior a los 30 millones de años-luz, muestran un desplazamiento al rojo, lo que puede interpretarse como su velocidad relativa de alejamiento de la Tierra; y segundo, que la velocidad de las galaxias al alejarse es, a grandes rasgos, proporcional a su distancia de nuestro planeta, salvo si esta supera varios cientos de millones de años-luz, lo que ya exige considerar otros efectos para poder determinarla.

Escaneado con CamScanner

La densidad de la materia

En esta imagen se ilustra el comportamiento de la materia según dos hipótesis alternativas para explicar el origen del universo. En la teoría del Big Bang, representada en la franja superior, la densidad de la materia disminuye con el paso del tiempo. En cambio, la teoría del estado estacionario (franja inferior), que fue desechada en la década de 1990, defiende un universo eterno sin un principio ni final y en el que la densidad de la materia es constante con el paso del tiempo.

Teoría del Big Bang
La densidad de la materia disminuye con el paso del tiempo.

Teoría del estado estacionario
La densidad de la materia es constante con el paso del tiempo.

RECREACIÓN ARTÍSTICA DEL INICIO DEL UNIVERSO
La existencia del inicio del universo no es una mera especulación, sino el fruto de una evidencia científica: la de que el universo ha evolucionado desde un origen.

Escaneado con CamScanner

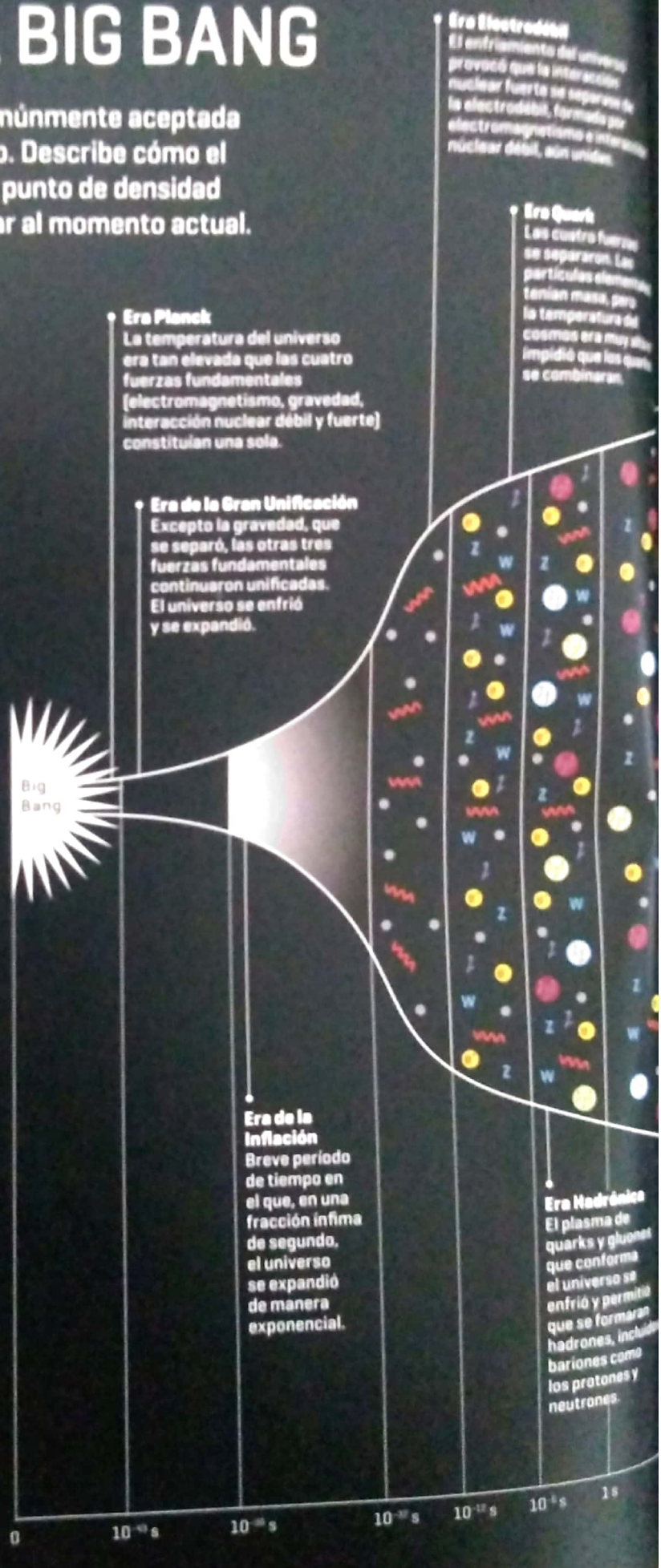
LA TEORÍA DEL BIG BANG

Hoy en día, la teoría del Big Bang es comúnmente aceptada para explicar el nacimiento del universo. Describe cómo el cosmos se expandió desde un pequeño punto de densidad y temperatura elevadísimas hasta llegar al momento actual.

El mejor modo de explicar las propiedades observables del universo, tales como su expansión, el tipo de elementos químicos que contiene o la presencia de galaxias y otras estructuras a gran escala, es suponer que el universo se originó al liberarse súbitamente la energía contenida en un único punto inicial o singularidad. La teoría del Big Bang o del «gran estallido», así llamada en referencia a esa eclosión energética original, ofrece una descripción de las fases por las que atravesó el universo hasta la creación de las primeras estructuras complejas.

Los pilares del Big Bang

La teoría del Big Bang se apoya en dos grandes pilares. Por un lado, la universalidad de las leyes físicas, es decir, las leyes de la naturaleza son las mismas en cualquier lugar del universo y en cualquier instante temporal. La teoría de la relatividad de Einstein es una de las mejores demostraciones de ello. Por otro lado, tenemos el llamado «principio cosmológico», que plantea que el universo es homogéneo e isótropo. Esto significa que, visto desde cualquier lugar por cualquier observador, en una escala lo suficientemente grande, el universo es el mismo y presenta las mismas propiedades físicas independientemente de donde nos encontremos.


Era Electrodébil
El enfriamiento del universo provocó que la interacción nuclear fuerte se separara de la electrodébil, formada por electromagnetismo e interacción nuclear débil, aún unidas.
Era Quark
Las cuatro fuerzas se separaron. Las partículas elementales tenían masa, pero la temperatura del cosmos era muy alta e impidió que los quarks se combinaran.
Era Planck
La temperatura del universo era tan elevada que las cuatro fuerzas fundamentales (electromagnetismo, gravedad, interacción nuclear débil y fuerte) constituían una sola.
Era de la Gran Unificación
Excepto la gravedad, que se separó, las otras tres fuerzas fundamentales continuaron unificadas. El universo se enfrió y se expandió.
Big Bang
Era de la Inflación
Breve período de tiempo en el que, en una fracción ínfima de segundo, el universo se expandió de manera exponencial.
Era Hadrónica
El plasma de quarks y gluones que conforma el universo se enfrió y permitió que se formaran hadrones, incluidos bariones como los protones y neutrones.
0
10^{-43} s
10^{-36} s
10^{-32} s
10^{-12} s
10^{-6} s
1 s

LA EVOLUCIÓN DEL UNIVERSO
Esta versión horizontal del cono de la historia del universo nos permite observar mejor las etapas por las que ha atravesado el cosmos desde sus inicios hasta el momento presente.

Escaneado con CamScanner

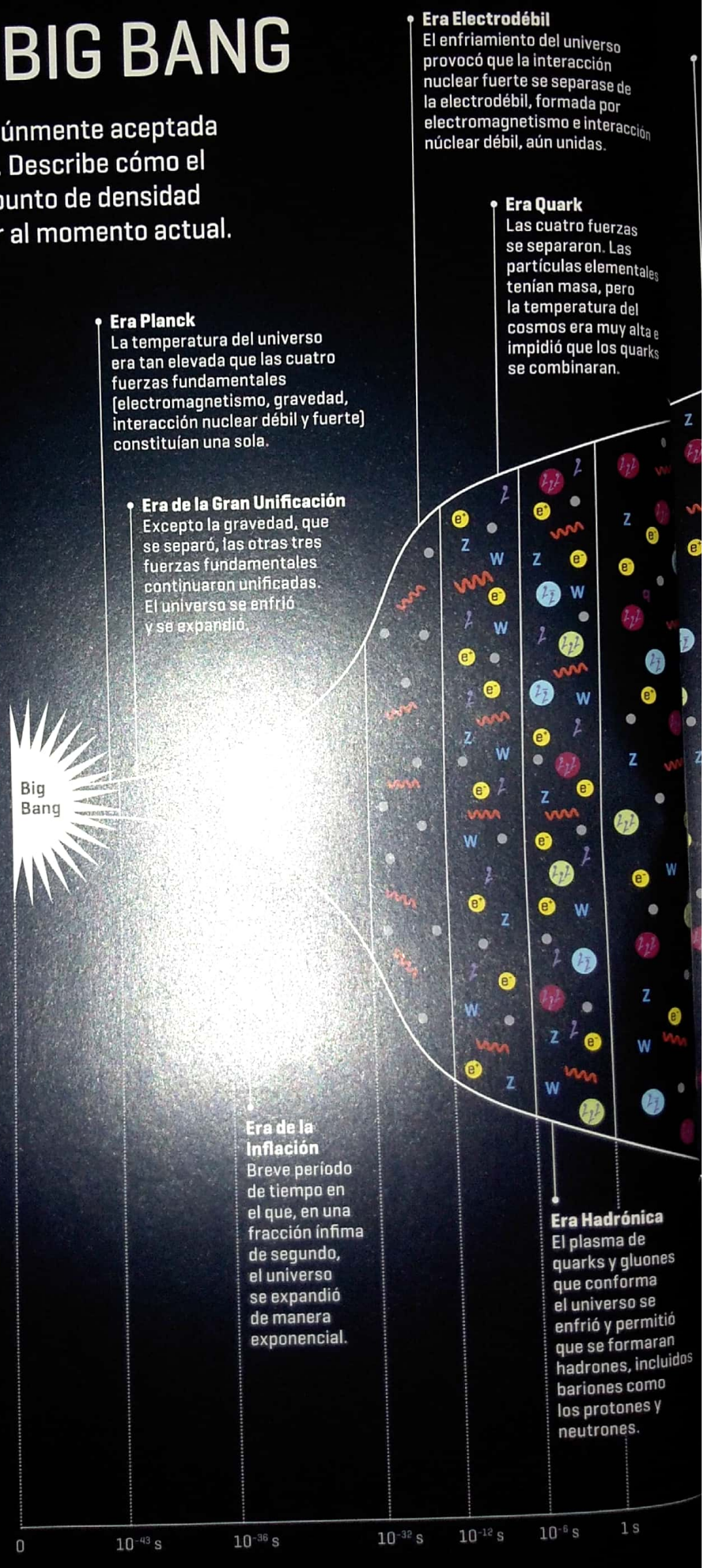
LA TEORÍA DEL BIG BANG

Hoy en día, la teoría del Big Bang es comúnmente aceptada para explicar el nacimiento del universo. Describe cómo el cosmos se expandió desde un pequeño punto de densidad y temperatura elevadísimas hasta llegar al momento actual.

El mejor modo de explicar las propiedades observables del universo, tales como su expansión, el tipo de elementos químicos que contiene o la presencia de galaxias y otras estructuras a gran escala, es suponer que el universo se originó al liberarse súbitamente la energía contenida en un único punto inicial o singularidad. La teoría del Big Bang o del «gran estallido», así llamada en referencia a esa eclosión energética original, ofrece una descripción de las fases por las que atravesó el universo hasta la creación de las primeras estructuras complejas.

Los pilares del Big Bang

La teoría del Big Bang se apoya en dos grandes pilares. Por un lado, la universalidad de las leyes físicas, es decir, las leyes de la naturaleza son las mismas en cualquier lugar del universo y en cualquier instante temporal. La teoría de la relatividad de Einstein es una de las mejores demostraciones de ello. Por otro lado, tenemos el llamado «principio cosmológico», que plantea que el universo es homogéneo e isótropo. Esto significa que, visto desde cualquier lugar por cualquier observador, en una escala lo suficientemente grande, el universo es el mismo y presenta las mismas propiedades físicas independientemente de donde nos encontremos.


Era Electrodébil
El enfriamiento del universo provocó que la interacción nuclear fuerte se separase de la electrodébil, formada por electromagnetismo e interacción núclear débil, aún unidas.
Era Quark
Las cuatro fuerzas se separaron. Las partículas elementales tenían masa, pero la temperatura del cosmos era muy alta e impidió que los quarks se combinaran.
Era Planck
La temperatura del universo era tan elevada que las cuatro fuerzas fundamentales (electromagnetismo, gravedad, interacción nuclear débil y fuerte) constituían una sola.
Era de la Gran Unificación
Excepto la gravedad, que se separó, las otras tres fuerzas fundamentales continuaron unificadas. El universo se enfrió y se expandió.
Big Bang
Era de la Inflación
Breve período de tiempo en el que, en una fracción ínfima de segundo, el universo se expandió de manera exponencial.
Era Hadrónica
El plasma de quarks y gluones que conforma el universo se enfrió y permitió que se formaran hadrones, incluidos bariones como los protones y neutrones.
0
10^{-43} s
10^{-36} s
10^{-32} s
10^{-12} s
10^{-6} s
1 s

LA EVOLUCIÓN DEL UNIVERSO
Esta versión horizontal del cono de la historia del universo nos permite observar mejor las etapas por las que ha atravesado el cosmos desde sus inicios hasta el momento presente.

Escaneado con CamScanner

IG BANG

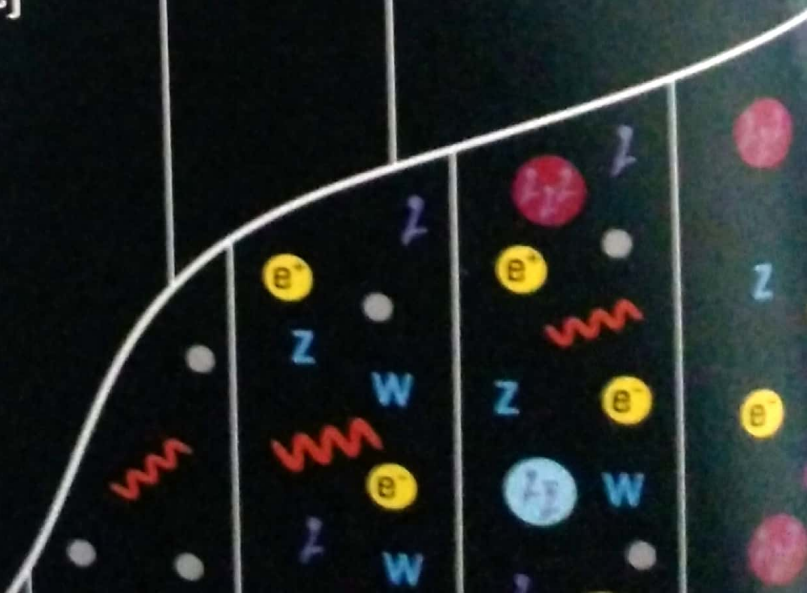
nente aceptada
scribe cómo el
o de densidad
momento actual.

Era Planck
La temperatura del universo era tan elevada que las cuatro fuerzas fundamentales (electromagnetismo, gravedad, interacción nuclear débil y fuerte) constituían una sola.

Era de la Gran Unificación
Excepto la gravedad, que se separó, las otras tres fuerzas fundamentales continuaron unificadas. El universo se enfrió y se expandió.

Era Electrodébil
El enfriamiento del universo provocó que la interacción nuclear fuerte se separase de la electrodébil, formada por electromagnetismo e interacción núclear débil, aún unidas.

Era Quark
Las cuatro fuerzas se separaron. Las partículas elementale tenían masa, pero la temperatura del cosmos era muy alta impidió que los quar se combinaran.



Escaneado con CamScanner